

15-22

扬子板块的地壳演化与地层对比

花友仁

(江西省有色地质勘查局·南昌市·330001)

p542.4

A

扬子板块是在古元古—新太古宙的古陆核基础上发展演化而成。吕梁运动以前,以川中微型陆块为主体的若干小型古陆块组成向北西突出的牛轭形陆块带。中元古宙在牛轭形陆块带的东西两侧形成海沟岛弧系,沉积一套弧前及弧后的化地槽和冒地槽建造。10~11 亿年时的东川运动使沟弧系褶皱回返,固结为陆。新元古宙早期产生大陆裂谷,形成一套裂谷建造。晋宁运动使扬子板块整体固结。新元古宙晚期发育山前磨拉石建造,冰碛层及碳酸盐盖层。全区地壳演化规律明显,沉积建造特征显著,可以进行确切的地层对比。

关键词 扬子板块 岛弧带 边缘海 裂谷带 裂陷槽 地层对比

地壳演化
板块构造

1 历史的回顾

1957 年笔者在东川铜矿区发现因民组与下伏地层间的不整合构造并提出东川运动说以来,引起了川、滇地质界的注意,对昆阳群及其相应地层的研究和有关学术思想活跃;越来越多的事实证明,东川运动不但存在,而且在扬子板块内具有普遍意义,昆阳群确实可以二分。有些新发现和新认识,对原来的资料进行了修正和补充,也提出了新的问题及不同见解。扬子板块东部的研究也在同步开展。1961 年王鹤年在湘西发现板溪群地层中的不整合,提出东安运动说,并与东川运动对比,江南地轴区板溪群及其相应地层的二分方案也逐步建立。今天,在学习大量新的研究成果的基础上,结合笔者在滇、赣两省的工作体会,觉得应把扬子板块内前寒武系作为一个有机联系的整体,在地壳演化规律的基础上,进行一次再认识,是必要的。

2 地壳演化开始——古陆核的形成

扬子板块是围绕古老核生长发育而成。

区内的古陆核由若干个微型陆块组成,它们的主体就是川中微型陆块。谢琪、张宗命(1979)根据正磁异常和超深钻探资料确定四川中部为一早于火地垭群的古老隆起陆块,并被震旦纪地层不整合覆盖。川西的康定群由铁镁质熔岩、中基性至中酸性火山岩及复理石建造经角闪岩相及混合岩化变质而成,泸定北斜长角闪岩锆石 U—Pb 年龄 2451Ma,冕宁沙坝混合片麻岩 Rb—Sr 全岩等时线年龄 2400Ma,泸定水井湾辉岩⁴⁰Ar/³⁹Ar 年龄 3100Ma(邢无京,1989),中元古宙盐边群(1700Ma~1200Ma,潘杏南等)覆盖其上。川中微型陆块南延为滇东坳陷,在牛首山出现震旦纪的南沱组、牛首山组和澄江组,其下可能有古老的结晶基底。

川中微型陆块往东,峡东黄陵地区的崆岭群,为一套陆源碎屑及中酸性至中基性火山岩经高绿片岩至角闪岩相变质而成,结晶锆石 U—Pb 谐和年龄 2332Ma(邢无京,1989),袁海华等(1991)用 Rb—Sr 全岩等时线、锆石 U—Pb 一致曲线及 Pb—Pb 等时线等方法系统测定,获得一系列 2300Ma~

本文 1994 年 10 月收到,吴贝编辑。

2940Ma 的年龄值,其北侧沉积了中元古宙神农架群(1307Ma、1332Ma,卢良兆等)。再往东至淮阳陆块,大别山群为一套中深区域变质的火山岩系,宜昌所测得其 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 2313 ± 155 Ma,其上为中元古宙的红安群覆盖。再往东至江苏盆地,亦有 50~100% 的航磁正异常,推测其下有深埋的早前寒武纪结晶基底(杨森南,1988)。

上述微型陆块在扬子板块的中西部和北

缘组成一个向北西突出的牛鞭形陆块带(图 1)。另有一些块体飘移至东西两侧的岛弧带中(如康定陆块),其时限为 23 亿~31 亿年。耿树方等认为这些古老变质岩系是 23 亿年左右的五台运动产物,可能是距今 20 亿年左右的吕梁运动,使统一的中国岩石圈板块在其南缘发生裂解作用分裂飘移而来,它们构成了扬子板块赖以发展演化的古陆核。

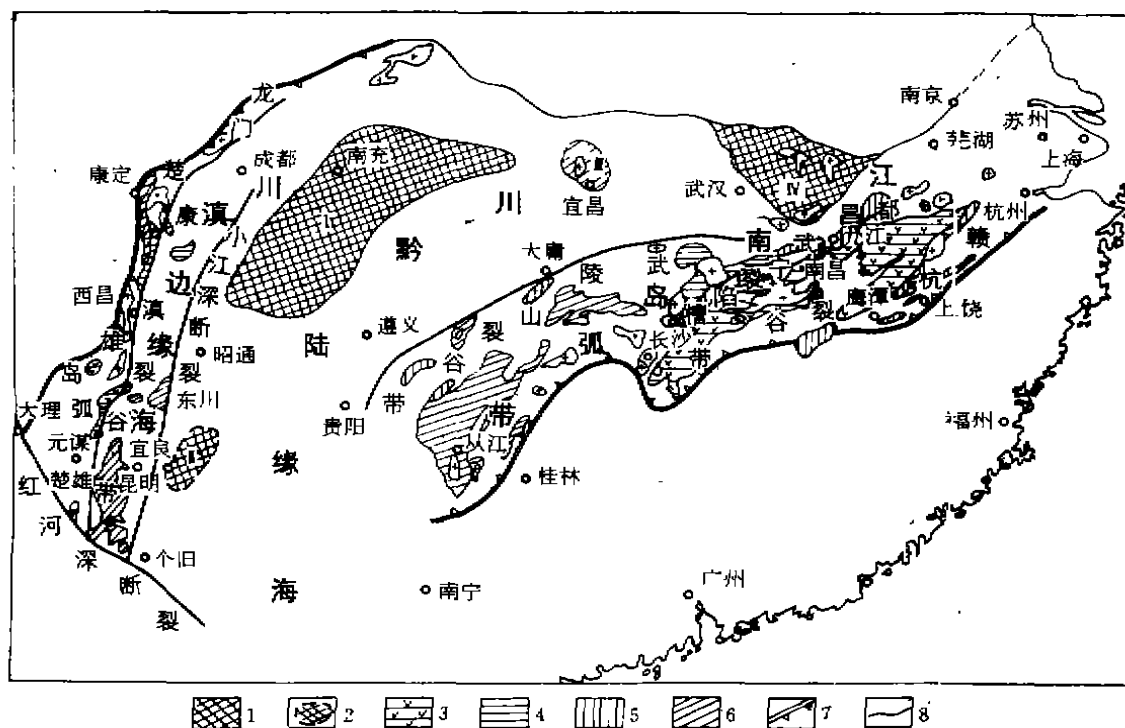


图 1 东川—晋宁期扬子板块构造略图

1—新太古—古元古宙微型陆块;2—推测微型陆块;3—中元古宙岛弧沉积建造;4—中元古宙边缘海沉积建造;5—新元古宙裂谷建造;6—岛弧沉积建造叠置裂谷建造;7—古俯冲带及俯冲方向;8—构造单元界线;1—川中微型陆块;

Ⅰ—推测牛首山微型陆块;Ⅱ—黄陵微型陆块;N—淮阳微型陆块;V—康定微型陆块

3 中元古宙的海沟岛弧系及其沉积建造

中元古宙早期,在牛鞭形陆块带的西侧海域,沿目前的川西北之广元、灌县向南西经康定至云南下关折向南东沿红河超壳断裂形成一条向东俯冲的俯冲带,元谋—新平壳断裂之西为龙门—楚雄岛弧带,以

东为川滇边缘海。同时在牛鞭形陆块带的东南侧海域,从浙江绍兴经武夷山北侧的白马庙断裂(尹国圣,1990)、武功山、衡阳、南西折向桂林、柳州一线形成一条向北西俯冲的俯冲带,从浙西北经赣北至湘西、桂北为江南岛弧带,其北西侧为川黔边缘海。北侧的弧后盆地多被长江裂陷带破坏,但在皖南、湘北仍保留有弧后盆地沉积建造。

牛轭形陆块带西侧的龙门山—楚雄岛弧带中沉积一套深海次深海相的优地槽建造,沿元谋—新平壳断裂西侧断续出露。北部位于康定群之上的延边群由铁镁质—超铁镁质堆积岩、块状辉长岩、枕状熔岩及复理石建造组成。往南至会理的黎溪地区称会理群,下部河口组和毛姑坝组统称河口群,有铁铜矿产出,总厚在7000m以上。上部的力马河组和凤山营组为一套低绿片岩变质相的碎屑碳酸盐沉积。会理群的时限,王福星(1988)根据叠层石组合、Rb—Sr等时线年龄、U—Pb年龄等综合分析对比,将河口群的上限定为1550Ma,覃加铭等(1980)测得凤山营组碳酸盐岩的Rb—Sr全岩等时线年龄为 $1540 \pm 92\text{Ma}$,二者年龄接近,但凤山营组、力马河组与河口群之间被小官河断裂分隔,二者恰位于岛弧带和边缘海的分界断裂两侧,其建造性质和变质程度截然不同。力马河组及其上地层为冒地槽沉积建造,而河口群为优地槽相,故笔者认为它们不是上下关系而是同期异相产物。往南至元谋地区出露一套强烈混合岩化的变质火山沉积岩系,称元谋群,由于被花岗岩侵入引起强烈的边缘混合岩化,故难以进行地层对比^①,总体上应与河口群相当。再南至新平大红山,出露一套高绿片岩相的变质火山岩系,有铁铜矿床产出,称大红山群,全厚 $>3890\text{m}$,自下而上分为底巴都组、曼岗河组、红山组、肥味河组和坡头组。其中钠长变粒岩的锆石U—Pb年龄为1161Ma~1725Ma(段锦荪,1987),深孔打到底部的底巴都组Rb—Sr全岩等时线年龄为1706Ma(沈远仁,1987)。综上所述,优地槽建造的时限为1161Ma~1706Ma,属中元古宙产物。

川滇边缘海中沉积的中元古宙地层称下昆阳群,主要沉积一套石英砂岩、粉砂岩、板岩、凝灰岩、灰岩及菱铁矿,属冒地槽型复理石碳酸盐岩夹火山岩建造,在东川

小溜口及元江岔河有细碧角斑岩系和变质火山岩系发育,属边缘海沉积组合。下昆阳群在滇中地区出露最广,自下而上分为黄草岭组、黑山头组、大龙口组和美党组。东川地区下昆阳群的分层,自40年代至今,几经变动,最后一次是陈天佑(1986)等对汤丹因民组以下至小江的分层,自下而上为洒海沟组、望厂组、菜园湾组和平顶山组,但对矿区西北部的姑庄组(孟宪民等,1947)和新近发现不整合伏于因民组之下的小溜口组的层位关系尚未解决,故东川区下昆阳群的层序剖面还有待建立。金沙江以北会理会东地区出露的力马河组、凤山营组和天宝山组的岩性与东川及滇中相似,力马河组与黄草岭组、黑山头组相当,凤山营可与大龙口组对比,天宝山组与美党组对比。力马河组相当东川的小河口组,凤山营相当麻地组。值得探讨的是,将小河口组与麻地组置于上昆阳群之上(即三分方案的上昆阳亚群),其中的关键在于大营盘组与小河口组的接触带附近,是否存在较大规模的断裂构造。尽管目前还未发现大断距的断层,但从宏观分析,落因盆地的西半部明显地被一南北构造所截,而覆盖其上的这套地层的岩性特征又恰好和下昆阳群一致,而且越远离接触带其产状差异越大(甚至各成系统),因此西部的下昆阳群推覆于东部上昆阳群之上是合理的。推覆断层的表现形式,往往不是明显的一个断层面或破碎带,而是线形延伸的强直面理带、片理带、糜棱岩带、细粒化带和鞘褶皱、韧性牵引、S形构造等一系列剪切变形特征,越接近形变带,面理产状越渐趋一致,这种构造现象值得进一步研究。下昆阳群的形成时限,成都地矿所Rb—Sr全岩等时线测定为:滇中黑山头组 $1640 \pm$

① 王铠元:再论扬子古大陆西缘的几个大地构造问题,1990,未刊稿。

42Ma, 会理凤山营组 1506Ma, 天宝山组 1346Ma, 黑山头组军哨段 1605Ma (薛步高), 其综合时限应为 11 亿~17 亿年, 与大红山群及河口群属同期异相产物。东川运动使全区褶皱回返, 形成褶皱山系。侵入大龙口组的辉绿岩 K-Ar 年龄 1059Ma, 大量 K-Ar 年龄集中于 11 亿年左右。成都地院对川滇区 K-Ar 年龄所作等时线处理, 结果为 1076Ma (段锦荪), 代表了东川运动引起的热变质及岩浆活动, 说明东川运动的时限为 10~11 亿年。

牛轭形陆块带南东侧的江南岛弧带, 发育一套浅海、半深海至深海相沉积建造, 赣北叫双桥山群, 为一套以低绿片岩变质相为主, 底部达高绿片岩变质相的陆源碎屑及火山碎屑浊流沉积建造, 由板岩、千枚岩、变质杂砂岩、变质沉凝灰岩和片岩组成, 中夹变细碧角斑岩和变质火山熔岩, 总厚大于 10000m (包括马长信的障公山群、双桥山群和铜厂群), 据马长信研究, 主要浊积岩的化学成分落入岛弧火山岩区, 细碧角斑岩属大洋拉斑玄武岩, 在南部的乐德地区更为发育。北东侧的皖南地区为一套以砂泥质为主的复理石建造, 火山作用轻微, 称为上溪群 (邢凤鸣, 1992), 内分牛屋组、木坑组、板桥组和漳前组, 属弧后盆地沉积。区内有两个蛇绿岩带, 南侧为赣东北蛇绿岩带, 基性火山岩的 $\Sigma Ce / \Sigma Y - Sm / Nd$ 图解投入靠近大洋中脊的岛弧区, 北侧为皖南伏川蛇绿岩带, 投影点落入靠近大陆的岛弧区, 亦显示弧后盆地的特点 (邢凤鸣, 1992)。总体上由北向南, 大洋拉斑玄武岩增加, 说明更接近洋壳, 这是中元古宙弧沟系存在的有力证明。桂北四堡群分为鱼西组与文通组; 在宝坛地区发现具鬃刺构造的科马提岩 (董宝林, 1988), 除夹多层细碧角斑岩外, 并有蛇绿岩套的发育。黔东北的梵净山群亦发育有蛇绿岩套。湘北及湘西称冷家溪群, 与桂北、赣西北相连。上述

岩系的形成时限为: 双桥山群下部 Sm-Nd 等时线年龄 $1939 \pm 162\text{Ma}$, 中部 Sm-Nd 等时线年龄 $1348.5 \pm 38.8\text{Ma}$, Rb-Sr 全岩等时线年龄 $1515 \pm 241\text{Ma}$ (马长信, 1992); 四堡群科马提岩 Rb-Sr 全岩等时线年龄 $1667 \pm 247\text{Ma}$ (董宝林), 其综合时限为 11 亿~19.39 亿年。东川运动 (相当于东安运动或武陵运动及修水运动) 使岛弧褶皱回返并伴随岩浆活动。侵入四堡群的本洞花岗闪长岩, 为丹州群不整合覆盖, 宜昌所用 U-Pb 一致曲线图求得年龄为 1100Ma, 全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 1063Ma。侵入冷家溪群的藤岭黑云母花岗岩 K-Ar 年龄为 1124Ma, 侵入双桥山群的九岭花岗闪长岩 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 1060Ma, 侵入上溪群牛屋组但被震旦纪休宁组不整合覆盖的许村、休宁和歙县花岗岩体的 Rb-Sr 全岩等时线年龄为 963Ma (邢凤鸣, 1992), 都说明江南岛弧带东川运动的时限为 10 亿~11 亿年左右。

4 新元古宙早期裂谷及沉积建造

新元古宙早期, 扬子板块东西两个年轻褶皱带进入大陆裂谷活动期 (见图 1)。西部在元谋—新平壳断裂与小江壳断裂之间形成康滇裂谷带, 东南部在皖浙赣深断裂带 (马长信, 1992) 与绍兴—桂林超壳断裂之间沿杭州湾至信江流域形成赣杭裂谷带, 北侧在赣北形成修水—都昌裂陷槽, 在湘北受一组北东向深大断裂的控制形成武陵山裂谷带。

在西部的康滇裂谷带中 (图 2), 由于断裂作用使下昆阳群基底产生隆起裂陷, 形成一系列被隆起所分隔的向斜盆地和裂陷槽, 它们的沉积环境和赞比亚铜矿带的罗安—谦比希盆地相似, 并严格地控制着东川式铜矿床的产出与分布。主要有落因向斜盆地、黄草岭裂陷、拖布卡向斜盆地、通安裂陷、核桃箐向斜盆地、罗次—易门裂陷

和元江裂陷。在上述裂陷盆地中沉积一套大陆裂谷建造,称上昆阳群,总厚 4000m 左右。代表裂谷下部红色建造的,即因民组紫红色砂泥质碎屑岩、白云质砂岩和泥质白云岩及其下部的因民紫色角砾岩,包括沉积底砾岩、火山沉积角砾岩、“简单角砾岩”和构造角砾岩。沉积底砾岩在东川拖布卡的汤家箐和小溜口 2922 平坑保存完整,砾石成分复杂,由因民组以外的外来砾石组成,具定向排列,层理清楚,有斜层理及粒级韵律发育,下伏平顶山组顶部有 1~2m 厚的古风化壳(陈天佑,1986)。1977 年云南冶勘公司昆阳群铜矿专题组,对元江白龙厂昆洛公路揭露之因民组与下伏美党组间的古风化壳,作了详细研究,证明是不整合接触。火山沉积角砾岩发育于东川小溜口、白锡腊、汤丹及通安等地。李天福等(1990)对小溜口坑道及深孔揭露的砾岩及角砾岩作了深入研究。火山角砾岩以渐变过渡关系覆盖于沉积底砾岩之上,角砾成分包括因民组、下伏小溜口组和滚圆的外来砾石,充填物有磨圆的石英砂,同源沉积的岩屑和火山碎屑,胶结物为火山灰及碳酸盐,砾岩中夹有细粒岩、粗砂岩及凝灰岩层,显示沉积特点。“简单角砾岩”包括同生的滑塌角砾岩和岩熔角砾岩(潘杏南,1980)。上述角砾岩显示大陆裂谷初期的沉积特征。底砾岩和火山角砾岩则为上下昆阳群不整合接触的有力证据,而小溜口深孔揭露,在因民组底砾岩之下确有一套海相火山沉积岩系,即小溜口组的存在也是无可否认的事实。落雪组的白云岩、硅质白云岩、黑山组的炭质板岩、粘板岩及青龙山组的白云岩、硅质岩,代表裂谷中晚期的沉积建造组合,并有由裂谷作用引起的水下基性火山活动。大营盘组底部一套红色铁硅质碎屑沉积和通安双水井组红色铁硅质碎屑建造,代表裂谷作用萎缩期的上部红色建造,满银沟运动则是裂谷封闭期的一次局部隆

陷,而不是区域性的造山运动。上昆阳群的沉积成岩时限为:因民组白云大理岩、砂板岩 Rb—Sr 全岩等时线年龄 $984 \pm 49\text{Ma}$ (成都地矿所),中国科学院用 U—Pb—Th 法测定东川烂泥坪落雪组中重晶石脉方铅矿年龄 1039Ma,成都地质学院用 K—Ar 法测得汤丹山猫狸沟辉长岩的长石年龄为 1059Ma,易门铜厂组矿石同位素年龄 1039Ma(冉瑞英),故因民组和落雪组的形成年龄为 10 亿年左右。滇中柳坝塘组 Rb—Sr 全岩等时线年龄为 1002Ma(李希勤、吴茂德)或 933~992Ma(沈远仁),亦为一套红色碎屑沉积建造,属裂谷下部红色建造,故“唐房运动”(吴茂德)即东川运动。有的同志根据因民组沉积的磨圆锆石 U—Pb 年龄 18 亿年,落雪组至绿汁江组普通铅单阶段模式年龄 1794Ma~1303Ma 作为沉积年龄,将因民组下面的不整合构造定为 1930Ma(龙川运动,李希勤等),并把上昆阳群倒置于下昆阳群之下(即倒置方案)。G. 福尔在《同位素地质学原理》中指出,“锆石的年龄未必与含这些锆石的岩石年龄相同,因为锆石非常耐高温,甚至在沉积岩熔融形成岩浆过程中,锆石可能免于熔化而保存下来”。这种现象在自然界屡见不鲜,如黄陵陆块上覆的震旦系莲沱组中磨圆锆石 U—Pb 年龄 2800Ma(邢无京,1989),侵入四堡群中的摩天岭花岗岩体中,磨圆锆石的 U—Pb 年龄 2860Ma,新生锆石的 U—Pb 年龄 760Ma~780Ma,四堡群中的沉积磨圆锆石 U—Pb 年龄 2955Ma~2575Ma,与花岗岩中磨圆锆石年龄一致,而地层全岩 Rb—Sr 等时线年龄为 $1667 \pm 247\text{Ma}$ (董宝林)。很明显,磨圆锆石的 U—Pb 年龄只能说明其物质来源,而不能代表岩体和地层的年龄。普通铅单阶段模式年龄,除对少数岛弧环境块状硫化物矿床外,对其他都不适用,其中的 B 型铅具有单阶段历史,但后来再次搬运没有使其同位素

发生明显变化,其模式年龄就老于围岩年龄,此种实例不胜枚举。因此普通铅模式年龄往往只代表基底岩层或物质来源载体的年龄。结晶火成岩在遭受变质时,矿物之间发生同位素均匀化,全岩仍对 Rb—Sr 保持封闭系统,等时线沿原先的斜率继续演化。对碎屑岩来说,机械混合作用与海水的同位素交换及成岩压实过程,是导致同位素均匀化的重要机制。在变质过程中,Rb—Sr 衰变体系可能沿原等时线继续衰变演化,故 Rb—Sr 全岩等时线年龄在多数情况下能反映成岩和地层年龄。

东南部的赣杭裂谷带由马新华首次提出,余达淦等研究较详。中部有北东向的肖山—球川断裂分隔为槽区和垒区。槽区为一套海相火山沉积和类复理石建造,称为登山群,下部小浮溪组不整合于双桥山群之上。由底砾岩、含砾砂岩、粗砂岩及中上部的类复理石建造组成;上部风坡岭组,为海相及海陆交互相火山沉积及陆源碎屑沉积建造。垒区以陆相及海陆交互相的碱性、钙碱性火山岩为主,称广丰群,分为翁家岭组、桃源组、罗村组和听门组,它们被志棠组不整合覆盖。修水—都昌裂陷槽受修水—都昌断裂系控制,代表地层为程浪群或修水群(马长信,1992),不整合于双桥山群之上,称为修水运动,为紫红色杂色底砾岩、变质杂砂岩、粉砂岩及板岩等组成的复理石建造,夹有细碧角斑岩系,总厚 3000m。浙西的双溪坞群为一套海相火山沉积岩系,岩性与登山群近似,原与双桥山群对比,经兰玉琦(1990)、邢凤鸣(1992)研究,应与登山群相当。程海测定其单颗粒锆石平均年龄 $90.36 \pm 3.9\text{Ma}$ 及 $875 \pm 4.3\text{Ma}$,侵入其中的西裘斜长花岗岩 Rb—Sr 全岩等时线年龄为 $852.6 \pm 17.8\text{Ma}$,属新元古宙早期。武陵山裂谷带中的新元古宙早期沉积称板溪群,不整合于冷家溪群之上,由一套砾岩、砂砾岩、紫红色板岩、粉

砂岩、钙质千枚岩、大理岩、条带状绢云板岩、凝灰质板岩组成,总厚约 4000m,西南延至桂北称丹州群。怀仁—株州一线以南称安江群,为一套深色浊积岩建造,属大陆边缘裂谷沉积(陈心才,1990)。登山群顶部流纹岩的 Rb—Sr 全岩等时线年龄为 $818 \pm$

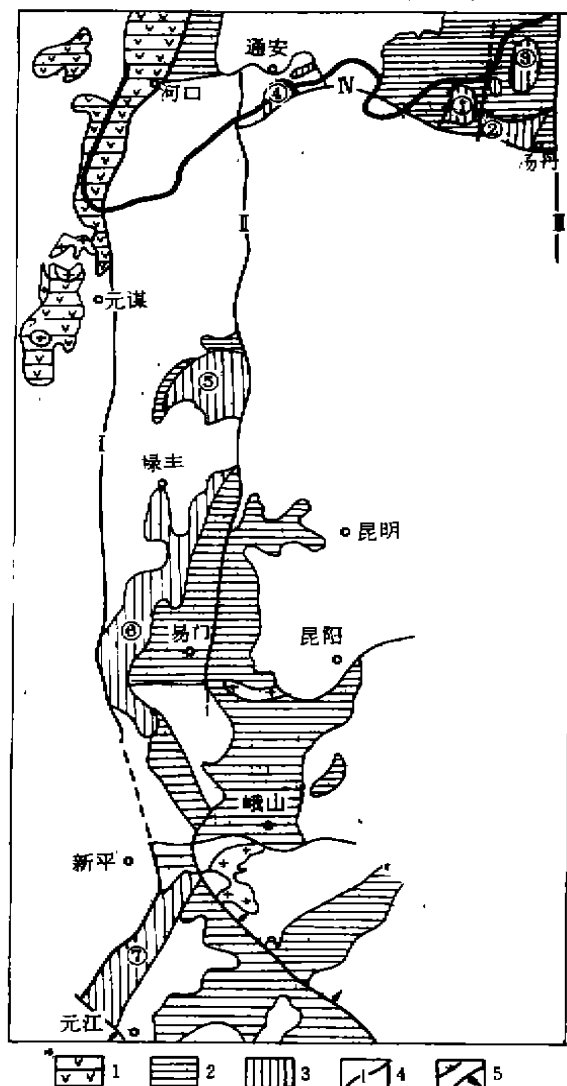


图 2 康滇裂谷带地质图

1—中元古宙高弧沉积建造;2—中元古宙边缘海沉积建造;3—新元古宙早期裂谷沉积建造;4—壳断裂及其编号;5—基底断裂;①落回向斜盆地;②黄草岭裂陷;③拖布卡向斜盆地;④通安裂陷;⑤核桃箐向斜盆地;⑥罗次号门裂陷;⑦元江裂陷;I—元谋—新平壳断裂;II—汤那—易门壳断裂;III—小江壳断裂;IV—宣台—共门壳断裂

扬子板块前寒武纪地层划分表

地 层 单 位	华 北	西 部 地 区						东 部 地 区				构造运动 时限(亿年)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		内蒙区			新疆南区			桂北地区	湘西北地区	赣西北地区	豫东北和西部		皖南地区																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
		大别山区	黎阳组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组							灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
新元古宙 震旦系	上统		灯影组	陡山沱组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
																灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组	灯影组

84Ma(徐备),广丰群火山岩锆石 U-Pb 年龄 $906.3 \pm 23\text{Ma}$, $821.2 \pm 9.2\text{Ma}$ (余达淦等),修水群 Sm-Nd 等时线年龄 $828.9 \pm 27.9\text{Ma}$ (马长信),湖南益阳马底驿组安山岩 Rb-Sr 全岩等时线年龄 9.5 ± 0.5 亿年(陈普德等,1979),桂北合桐组年龄 837Ma(杨明桂等,1988)。其综合时限为 8~10 亿年。晋宁运动(湘西称雪峰运动)使整个扬子板块褶皱回返,完全固结,并伴随强烈的岩浆活动。西部峨山花岗岩年龄 860Ma,摩沙营花岗岩 830Ma,长塘花岗岩 880Ma,渡口永富石英闪长岩 870Ma(万远明,1985),成都地院对川滇区相当时限 K-Ar 年龄等时线处理值为 8.5 亿年。东南区的三防元宝山花岗岩中 10 个锆石平均 U-Pb 年龄 760Ma,平英岩体 802~852Ma(刘家远,1988),侵入井潭组的莲花山和白际岩体锆石 U-Pb 年龄为 753Ma 和 766Ma(邢凤鸣,1992),故晋宁运动的综合时限为 8 亿~8.5 亿年。

5 新元古宙晚期的地质作用及沉积建造

新元古宙晚期,随着晋宁运动的造山隆起,沿主要断裂形成山前拗陷和山间盆地,沉积一套以红色砂砾岩和粗砂岩为主的磨拉石建造以及陆相火山岩系。西侧称澄江组,东南侧称莲沱组,皖浙赣区称志棠

组和休宁组,雪峰山区称江口组,均与下伏地层不整合接触。澄江运动之后,全球性冰川作用在本区普遍发育,冰碛层可作为地层对比的显著标志。需要探讨的是赣北地区在莲沱组与修水群之间局部堆积一套火山磨拉石建造,称为落可栋组,厚百余米至 200m,与下伏地层交角不整合接触。不少同志认为落可栋组与修水群或板溪群是相变关系,据马长信研究,落可栋组位于莲沱组之下,为整合接触,有时缺失落可栋组,则莲沱组直接不整合于九岭花岗岩之上,修水群为海相复理石建造,落可栋组是陆相火山磨拉石建造,二者相距很近,不可能是相变关系,故落可栋组实为莲沱组下部的一个岩性段。同理,武陵山的泥砂市群亦存在相当莲沱组和板溪群是相变关系(李日俊,1990)的两种意见。泥砂市群亦为仅几百米的陆相磨拉石建造,下与板溪群或冷家溪群不整合接触,上与东峰山组混积岩整合或假整合接触,显然是晋宁运动之后的山前磨拉石建造,不可能是晋宁运动之前的相变。冰川作用结束,经准平原化后,扬子板块形成一个广泛的陆表海,沉积一套以台坪碳酸盐为主的盖层沉积,下部称陡山沱组,上部称灯影组,至此,扬子板块的地壳演化基本完成。现将扬子板块前寒武纪地层划分对比列于附表。

Crust Evolution and Stratigraphic Correlation of Yangtze Plate

Hua Youren

Yangtze plate was developed, evolved and formed from Archean-Erathem ancient nuclear area. Before Luliang movement, several small ancient landmasses with middle Sichuan micro-landmass as the dominant one constituted an oxbow landmass belt sticking out northwestwards. A suit of forearc and backarc eu-geosyncline and miocrgesyncline formation. Dongchuan movement (1000 to 1100Ma) forced the ditch-arc system to be folded and consolidated to form land. In Early Erathem, continental rift was produced, a suit of rifting formation was formed. Tsinning movement made Yangtze plate to be consolidated as a whole. In the later of Erathem, piedmont molasse formation, till sheet and carbonate cover developed. The pattern of crust evolution in the whole area is clear, the feature of sedimentary formation is obvious, stratigraphic correlation can be carried out.

Key words: crust evolution, stratigraphic correlation, Yangtze plate